



## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 96105983.4

[33]公开日 1997年2月26日

[11]公开号 CN 1143728A

[22]申请日 96.3.1

[24]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[30]优先权

代理人 林道荣

[32]95.3.1 [33]DE3119507088.7

[17]申请人 ABB研究有限公司

地址 瑞士苏黎世

[17]发明人 K·德贝林 H·P·克诺费尔

P·辛尼尔

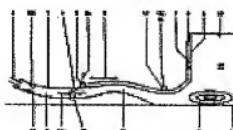
C·施坦巴哈

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 预混合燃烧器

[57]摘要

一种预混燃烧器主要由至少一条轴向或径轴向伸展的用于输送燃烧用空气的管形通道构成，通过该空气产生涡旋的涡流发生器设在通道内顺流侧。顺流而下设有喷入液体或气体燃料的喷嘴。在此设有特别在预混燃烧器前将液体燃料雾化时与所述喷嘴结合工作的另一涡旋发生器。接着是实现燃料最初汽化的汽化段。管形通道在燃烧工作面部分扩展了喷嘴面。在此部位形成稳定焰核作用的回流区。通过汽化段制成拱形以避免燃料喷入受火焰辐射影响。



## 说 明 书

### 预混合燃烧器

本发明涉及一种依照权利要求1前叙部分所述的预混合燃烧器。本发明还涉及这样一种预混合燃烧器的工作方法。

EP — 0321809 记载了一种燃烧器,该燃烧器可以进行预混合燃烧,并且还具有许多优点,在这篇文献中对这些优点做了详细的说明。该燃烧器主要由至少两个在流动力向上相互套装在一起的中空锥形分体构成,分体的纵向对称轴线相互错开伸展,以使沿纵向伸展的分体的相邻壁构成燃烧用空气进入燃烧器的切向通道。当通过设在沿纵向延伸的切向通道范围内的另一个喷嘴送入气体燃料时,在由分体形成的腔室内宜通过一中心喷嘴喷入液体燃料。在此种燃烧器中通过增大沿锥形体的涡流式旋转实现以“预混合方式”工作时的火焰稳定性。与由燃烧室决定的截面突然扩展相结合,此扩展将导致在按规定的临界旋转值占主导的燃烧器出口的燃烧器轴线上形成回流区,该回流区也被称作回流风。在其制动点上开始点火。但在某种情况下,部分承载区内会出现火焰稳定性不足的现象。在此种燃烧器中采用如下两种方式解决了此不足的问题。

1. 通过使部分承载区与最低预混合工作点相符,在大气条件下工作的带有烟气复回流的燃烧器就是此情况;
2. 在部分承载区内,通过在端级(燃烧器轴线)灌入燃料,在气体涡轮机中就应用了此方法。

但这两种方案并不总是令人满意的,这是因为或者在方案(1)中燃烧器上的压降会随负荷而增大之故,或者在方案(2)中由于从预混合方式向扩散方式的过渡将会增大 NO<sub>x</sub> 的扩散之故。此外,在所述燃烧器中还需要约 2% 的空气以冷却燃烧器的前端。该空气首先被送入燃烧空间或燃烧室内的火焰区中并且因此仅能与先期喷入的燃料进行不完全的混合。因此火焰温度升高约 20 °C; 据此这里存在着可能会因此增大 NO<sub>x</sub> 扩散的潜在危险。此外,还必须考虑应该使以预混合方式工作的燃烧器用液体燃料工作,但不能因此以较高的有害物质扩散值为代价。

本发明是一种补救措施。如权利要求的特征所述,本发明的目的在于,提供一种适合于说明书开始时所述的预混合燃烧器和方法的结构,此结构不管是用液体燃料,还是用气体燃料工作时产生的有害物质扩散程度相同且很低。另外,本发明的目的在于,最大限度地提高预混合燃烧器的工作稳定性。

本发明的主要优点在于,不管是用液体燃料还是用气体燃料以预混合方式工作时,不须改变燃烧器的结构即可实现在扩展值极低的情况下进行工作。因此在工作过程中可以按需要改变燃料种类,而绝不会因此必须改变燃烧器的配置。

本发明的另一优点在于,通过在负荷作用下沿壁流动的冷却空气流实现对高热负荷作用下燃烧器端壁(以下称燃烧器前端)及其周围的冷却,因此即使在燃烧器内部的火焰有回火的情况下,对燃烧器也不会产生破坏。

燃烧器具有简单的几何形状,其中可以相应选择气化和混合段的长度。在燃料装入后,流动区内不再有任何嵌入件,因此可以

对流体实现最佳导向。由于对气化和混合段可以任意进行选择，因而可以对其另外配备一个径向换向件，该换向件可使混合区避开火焰的直接辐射。

在其它的从属权利要求中对本发明方案的另一些有益和相宜的特征做了限定。

下面将对照实施例附图对本发明做更详细的说明。说明中省略了所有对直接理解本发明不必要的部件。介质的流向被用箭头标示出。在不同的附图中，相同的部件用相同的附图标记加以标示。

图中示出：

- 图 1 圆形的预混合燃烧器，
- 图 2 涡流发生器透视图
- 图 3 涡流发生器的变型方案，
- 图 4 图 3 中涡流发生器的配置变型方案，
- 图 5 预混合通道中的涡流发生器和
- 图 6—12 与涡流发生器相配合的各种燃料输送方案。

如从中轴线 14 可见，附图示出一旋转对称预混合燃烧器 1。预混合燃烧器 1 可以由单独一根管子构成，或由多根围绕中轴线 14 环形配置的管子构成。此外，该预混合燃烧器 1 的特点是，在燃烧器前端 9 范围内有一径向和周向伸展的流入通道 8。冷却空气 7 经此流入通道 8 流入，该冷却空气将对所述燃烧器前端 9 持续冷却。冷却空气流然后经转向沿预混合燃烧器 1 的外壳继续向前流。在结束冷却过程后最好并且在相应位置上把所过冷却空气引入预混合燃烧器 1 中。就这里规定的冷却而言，系对流冷

却,其中可以在预混合燃烧器 1 的管道导向件周向和径向上穿孔,由此实现透隙冷却,确切地说薄膜式冷却。在预混合燃烧器 1 的始端备有旋转体 200 (以下称作涡流发生器),该涡流发生器强迫流入的燃烧用空气 2 旋转。在图 2-12 中对该涡流发生器的实施例做了更为详细的表述。就此燃烧用空气 2 而言,可以是新鲜空气或由回流烟气构成的混合气,其中不管是对新鲜空气,还是对混合气都可以有选择地掺入燃料。此外还可以对燃烧用空气 2 分别根据工作类别进行热卡预处理。在所述涡流发生器 200 的顺流侧,对预混合燃烧器 1 进行固有的燃料喷入。当预混合燃烧器 1 用液体燃料 12a 工作时,在通流通道上至少设置一个燃料喷嘴 12,该喷嘴最好是雾化喷嘴。该燃烧喷嘴 12 的直接逆流侧至少设置另一个旋转发生器 4,在直接顺流侧喷入的燃料相对于该旋转发生器轴向地,径向地或按一定的角度流过。由燃料喷嘴 12 送出的液体燃料 12a 被根据旋转发生器 4 的设计而定向的燃烧用空气流持续旋转,从而产生液体燃料的液滴大小 $<20\mu\text{m}$  的精细雾化。所述的发生器 4,其中在通流截面的内侧外壁上也可以设置多个旋转发生器,可以在圆周上具有叶栅形状或按 EP-0321809 的上述燃烧器的相应变体形状。当然,这种旋转发生器 4 可以按照涡流发生器 200 的方法制做。在特定的情况下也可以省去位于预混合发生器 1 始端逆流侧上的涡流发生器 200,其中要提及的是,涡流发生器在正常工作时通过对燃烧用空气 2 的加速将会起到改进后续过程的作用。该涡流发生器 200 设置在人口区 3 内环绕通流截面内部和外部通道壁 17 的不同位置上,在通过燃料喷嘴 12 和旋转发生器 4 相互配合对输入的液体燃料

12a 进行雾化的顺流侧必须备有足够长度的气化段 6,以便在到达燃烧器前端 9 之前结束对液体燃料的气化。最好使从旋转体 4 直至壳体端,即直至燃烧器前端 9 范围的预混合燃烧器的截面保持恒定不变,此后通过扩散器式的扩展和随后通过阶跃式扩展到燃烧室 16 的截面 10,实现涡流的脱开。即使在燃料极度匮乏的情况下,也可以利用由此形成的回流区 11,使预混合燃烧器 1 保持在工作状态。当用气体燃料 5 a 工作时,在预混合燃烧器 1 的周向上和围绕通流截面内壁配置的旋转发生器 4 的顺流侧补充一系列喷枪 5,其中最好为每个旋转发生器 4 配备一个相应的燃料喷嘴,以便更好地实现所需的对每个纵向涡流的燃料比。在低的部分负荷工作的情况下,可以在壳体端部配备液体和/或气体燃料 12a 、 5a 的附加燃料喷嘴 15。总的来说,预混合燃烧器 1 可以毫无问题地以双重方式工作。在喷入主燃料 12a 、 5a 的顺流侧,预混合燃烧器 1 的导向截面具有一个以隆起 13 形式的径向偏转,该隆起可防止火焰辐射作用于雾化的燃料并有可能对其点火。由于所述配置的燃料喷嘴 12 以极高的流量比工作,因而可以毫无问题地实现对液体燃料 12a 的必要气化度。

在图 2 、 3 和 4 中未示出固有的人口区 3。与此相反,却用箭头示出了燃烧用空气的流动,因而也就给出了流向。依照这些附图,涡流发生器 200 、 201 、 202 主要由三个自由环流的三角平面构成。这三个面包括一个顶面 210 和两个侧面 211 和 213。这些面以特定的角度在流向上纵向伸展。涡流发生器 200 、 201 、 202 的侧壁最好由直角三角形构成,其长边侧固定在所述的通道壁 17 上,最好是气密封固定。它们的定向应使其窄侧

端形成矢向夹角为  $\alpha$  的接合部。接合部设计成锐角的连接棱 216 并垂直于侧面上与之齐平的通道壁 17，两个构成矢向夹角  $\alpha$  的侧面 211、213 在图 4 中的形状、尺寸和定位是对称的，两个侧面设置在对称轴线 217 两侧，对称轴线与通道轴线定向相同。

与侧面 211、213 相同，在顶面 210 的通流通道横向向上伸展的窄棱 215 贴在同一通道壁 17 上。其纵向棱 212、214 与伸入通道的侧面 211、213 的纵向棱齐平。顶面 210 相对于通道壁 17 以定位角度  $\theta$  伸展，其纵向棱 212、214 与连接棱 216 共同构成尖端 218。当然涡流发生器 200、201、202 也可以备有一底面，而且可采用相应方式将其固定在通道壁 17 上。这类底面在这里与器件的功能方式无关。

涡流发生器 200、201、202 的作用方式如下：在绕棱 212 和 214 流动时，如附图所示，主流 2 被转换成几对逆向的涡流。涡流轴线在该主流的轴线上。当努力实现涡流开脱时，可通过相应选择定位角  $\theta$  和矢向角  $\alpha$  来确定旋转速度和涡流开脱位置（回流区=涡流开脱）。当角度增大时，涡流强度或转速随之增大，并且在涡流发生器 200、201、202 自身的范围内涡流的开脱位置将逆流移动。这两个角  $\theta$  和  $\alpha$  分别视应用情况并根据结构状况和过程预给定。正如下面对照图 5 进一步详细说明的那样，还需对涡流发生器的长度和高度进行适配调整。

在图 2 中，两个侧面 211、213 的连接棱 216 构成涡流发生器 200 顺流侧的棱。因此顶面 210 上在通流通道横向向上伸展的棱 215 是首先受到通道流拦截的棱。

图 3 示出了以图 2 中的涡流发生器为基础的一种所谓半

“涡流发生器”。图中所示的涡流发生器 201 的两个侧面中只有一个侧面具有矢向角  $\alpha/2$ 。另一侧面为直的并对准流向。正如附图中象征性所示,与对称涡流发生器相反,在这里仅在标有箭头的侧面上产生涡流。据此,该涡流发生器的顺流侧没有涡流中和区,而是介质流被强制进行旋转。

图 4 与图 2 的区别在于,涡流发生器 202 的锐角连接棱 216 将首先受到通道流加载。据此,整个器件放置  $180^\circ$ 。如图所示,两个逆向旋转的涡流的旋转方向发生了变化。

图 5 示出了安装在通道 3 中的涡流发生器 200 的基本几何形状。通常应这样调整连接棱 216 的高度  $h$  和通道高度  $H$  或设置涡流发生器部分的通道高度,使在涡流发生器 200 直接顺流侧产生的涡流大小足以充满整个通道高度  $H$ 。这将导致在受载截面的均匀的速度分配。另一个影响高度比  $h/H$  的选择标准是绕涡流发生器 200 流动时产生的压降。很明显比例  $h/H$  越大,则压力损失系数也就越大。

涡流发生器 200、201、202 主要设置在两种介质相互混合的位置。主流 2 在矢向上撞在横向棱 215 或连接棱 216 上。气体和/或液体燃料形式的副流,所具有的流量大大小于主流,该副流在任何情况下都掺加有一定份额的支承空气,如尤其图 1 所示,此时该副流在涡流发生器顺流侧加入主流中。

涡流发生器 200 相互间隔地分布在通道 3 的外壁和内壁上。当然,涡流发生器 200 也可以在周向上相互并列排列,从而使通道壁 17 上不留有中间空间。最后,产生的涡流是涡流发生器数量的配置选择的关键。

图 6—12 示出将燃料加入燃烧用空气—主流 2 中的其它可能方式。这些变型方案可以以多种方式相互结合并与燃料的集中喷入相结合。

图 6 示出,燃料除从位于涡流发生器顺流侧的通道壁孔 220 喷入外,还通过直接位于侧面 211、213 旁边并设在装有涡流发生器的同一通道壁 17 的纵向伸展方向上的壁孔 221 喷入。经壁孔 221 加入的燃料将付矛所产生的涡流以附加动能,该动能将延长涡流发生器的寿命。

在图 7 和图 8 中,燃料通过狭缝 222 或壁孔 223 喷入,其中缝或孔直接位于在顶面 210 的通流通道横向向上伸展的棱 215 的前面并且处于设置有涡流发生器的同一通道壁 17 的纵向伸展方向上。选用的壁孔 223 或狭缝 222 的几何形状应使燃料在特定喷入角度下加入主流 2 中并通过后置涡流发生器的绕流形成避免在任何情况下受到热主流 2 影响的保护膜,实现对涡流发生器的保护。

在下面的举例中,副流(与上述对照)首先通过图中未示出的贯穿通道壁 17 的导孔引入到涡流发生器的中空内部。因而不需要其它配置,即可实现对涡流发生器内部的冷却。

在图 9 中,燃料通过壁孔 224 喷入,该孔位于顶面 210 上紧靠在沿通流通道横向伸展的棱 215 后面并沿此棱排列。对涡流发生器的冷却更多的是由外部,而不是由内部实现的。流出的副流在绕顶面 210 流动时形成避免在任何情况下受到热流 2 影响的屏蔽保护层。

在图 10 中,燃料经壁孔 225 喷入,该孔沿对称线 217 阶梯式设

置在顶面 210 上。采用此方案可以使通道壁 17 特别有效地得到避免在任何情况下受到热主流 2 影响的保护,这是因为燃料首先加在涡流的外圆周上。

在图 11 中,燃料经壁孔 226 喷入,该壁孔位于顶面 210 的纵向棱 212、214 上。此方案保证了对涡流发生器的有效冷却,这是因为燃料是在其末端喷出的并因而可以完全环绕器件的内壁。副流在这里直接加入相应的涡流中并形成一定比例的介质流。

在图 12 中,通过壁孔 227 喷入,壁孔位于侧面 211 和 213 上,一方面在纵棱 212 和 214 范围内,另一方面在连接棱 216 范围内。此变型方案的作用与图 6(孔 221)和图 11(孔 226)中所示的变型方案相同。

#### 附图标记表

- 1 预混合器
- 2 燃烧用空气、主流
- 3 人口区
- 4 旋转发生器
- 5 喷枪
- 5a 气体燃料
- 6 气化段
- 7 冷却空气
- 8 冷却空气一流人通道
- 9 燃烧器前端
- 10 燃烧室截面
- 11 回流区

- 12 燃料喷嘴
- 12a 液体燃料
- 13 隆起
- 14 中轴线
- 15 燃料喷嘴
- 16 燃烧室
- 17 通道壁
- 200、201、202 涡流发生器
- 210 顶面
- 211、213 侧面
- 212、214 纵向棱
- 215 横向伸展棱
- 216 连接棱
- 217 对称轴线
- 218 尖端
- 220—227 燃料喷放孔
- L、h 涡流发生器的尺寸
- H 通道高度
- $\alpha$  矢向角
- $\theta$  定位角.

说 明 书 附 图

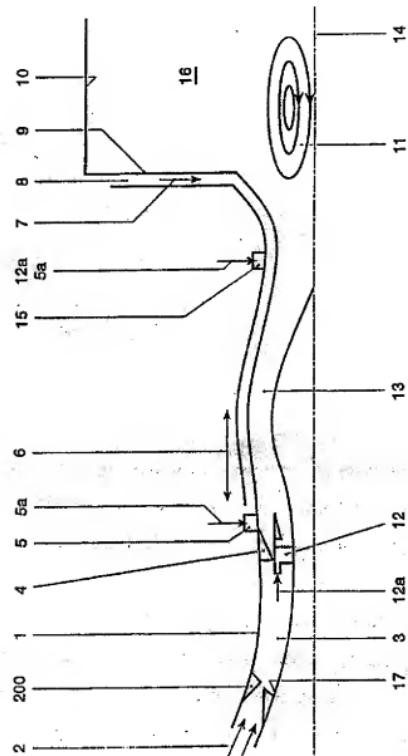


图 1

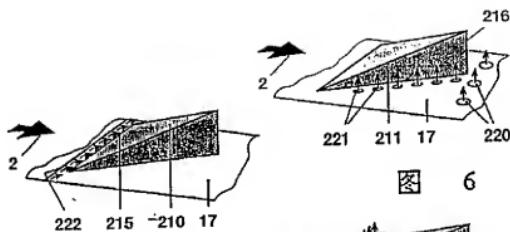


图 6

图 7

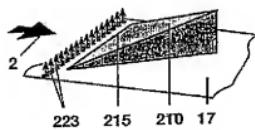


图 8

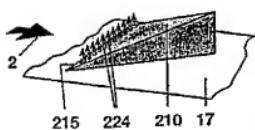


图 9

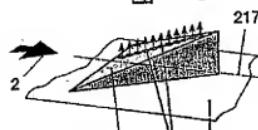


图 10

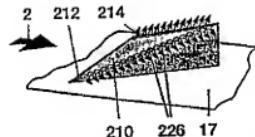


图 11

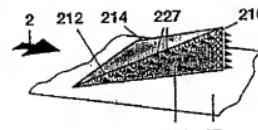


图 12

2/3

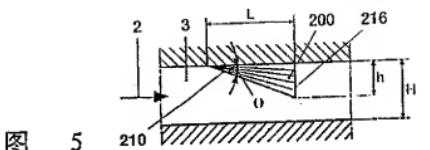


图 5

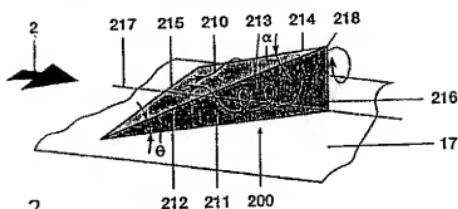


图 2

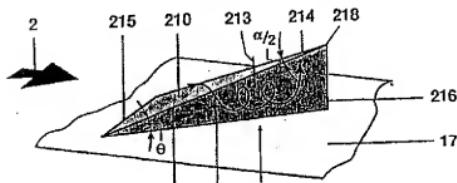


图 3

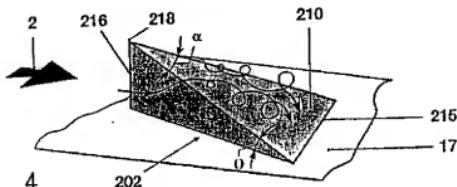


图 4